
Rapport SGC 124

**Systemteknisk och ekonomisk jämförelse av
användning av PE-100, PE-80 och stål för
gasdistribution**



©Svenskt Gastekniskt Center - December 2001

Fleming Varmedal
TUMAB AB

Rapport SGC 124 ISSN 1102-7371 ISRN SGC-R-124-SE

SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat e dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC´s hemsida www.sgc.se.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energi AB och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Sydgas AB
Öresundskraft AB
Lunds Energi AB
Nova Naturgas AB
Birka Värme AB
Göteborg Energi AB

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Johan Rietz

SAMMANFATTNING

I denna studie har jämförelser utförts vid användning av plaströr i kvalitet PE-100, PE-80 och stålrör för gasdistribution. Genom att välja PE-100 rör SDR 11 med ett systemtryck på 10 bar i stället för stålrörledningar med ett systemtryck på 16 bar reduceras överförd gaskapacitet med ca 20%. Denna reduktion kan dock räknas bort genom att dimensionera upp de överföringsledningar som behöver större kapacitet utan att i någon nämnvärd utsträckning öka den totala anläggningskostnaden.

Kostnadsmissigt reduceras den totala anläggningskostnaden med 35-55% genom att välja PE-100 material i stället för stål. Ju större rördimension man väljer dess då större blir kostnadsreduktionen till plastens fördel. En gräns uppträder dock vid 600 mm diameter för PE-100 beroende på dagens produktionsteknik av rör.

PE-100 rörledningar är helt korrosionsfria och kräver ett minimalt, för att säga inget underhåll alls av själva mediaröret. Periodisk täthetskontroll krävs enligt det svenska regelverket vart 6:e år för såväl stål som PE-100-rörledningar. Livslängden för PE-100 rörledningarna är bestämd och utprovad till minst 50 år.

Genom att använda PE-100 SDR 17,0 i stället för traditionellt PE-80 SDR 11 för 4 bars gasdistribution uppnås följande fördelar:

- Då PE-100 är ett betydligt starkare material än PE-80 kan godstjockleken reduceras med 40% i PE-100 rören. Det ger den fördelen att större innerdiameter erhålls samt att dimensionsreduktion kan utnyttjas vid val av PE-100 i stället för PE-80.
- Totalkostnaden borde bli billigare vid val av PE-100 istället för PE-80 vid 4 bars systemtryck, men beroende på råvarupriser, val av tillverkare och leverantörer har det praktiskt visat sig att totalkostnaden blir ungefär densamma vilket material man än väljer. Fördelarna ligger alltså i ett starkare rör som kan transportera mer gas vid samma diameterintervall.
- Genom att använda sig av datordokumenterad automatisk svetsning inkl inmätning kan kostnaderna reduceras med ca 15% - 20%. Enklare och säkrare kontroll och dokumentation erhålls utan inblandning av 3:e part.

SUMMARY

This study presents a comparison between the use of PE-pipes in PE100, PE80 and steel pipes for gas distribution. The gas transport capacity is reduced by almost 20% in a 10 bar PE pipe compared to a 16 bar steel pipe. Increasing the dimension of the PE pipe can compensate the for the reduced pressure level without any major increases in total investment cost.

The total investment cost for an installation is reduced by 35 - 55% if PE100 is used instead of steel pipes. The bigger the pipe, the bigger the economic gain. A natural upper limit is pipes bigger than 600 mm in diameter, due to the present manufacturing methodes.

PE pipes are totally corrosion free and requires a minimal maintenance.

Periodic leak proofing is, according to the Swedish regulations, required every 6 years for PE as well as steel pipes. The lifetime for PE pipes is tested to be at least 50 years.

By using PE100 SDR 17 instead of PE80 SDR11, the following benefits can be obtained:

- The wall thickness can be reduced by 40% in the PE100 pipes due to the higher strength in the PE100 material. This increases the transfer capacity in a pipe with similar outer diameter
- The total cost for a PE100 system should be lower than for a similar PE80 system due to less material in the pipes. Experiences from real installations have though shown that the price level is more or less equal for PE80 SDR11 and PE100 SDR17. The main advantage is thus a stronger pipe with a higher transfer capacity.
- The use of computerised documentation systems for welding and installation may reduce the installation costs by 15 - 20%. A more simple and reliable quality assurance system can be obtained without the need of third party control.

Sammanfattning
Summary

1	BAKGRUND - MÅLSÄTTNING	4
2	TEKNISK OCH EKONOMISK JÄMFÖRELSE AV SYSTEMUPPBYGGNAD MELLAN FALL A OCH B. PE-63-80 SDR 11 RESP. PE-100 SDR 17 OCH MAXTRYCK 4 BAR Ö.	5
2.1	Teknisk jämförelse	5
2.2	Svetsning	5
2.3	Ekonomisk jämförelse	5
3	TEKNISK OCH EKONOMISK JÄMFÖRELSE AV SYSTEMUPPBYGGNAD MED STÅL RESP. PLASTRÖR FÖR ARBETSTRYCK 10 BAR.	6
3.1	Teknisk jämförelse mellan fall C och D.	6
3.2	Ekonomisk jämförelse mellan fall C och D.	8
3.3	Livscykelkostnader under 50 år för drift och underhåll av stålrör-ledningar resp. plaströrledningar under 50 år.	9
4	VAL AV TRYCKNIVÅER – DISTRIBUTIONSKAPACITET	11
4.1	Systemuppbyggnad – Systemval – Trycknivåer	11
5	LÄGGNINGSMETODER	13
5.1	Ekonomi	15
5.2	Kvalitetsstyrning	15
6	KONTROLL- OCH DOKUMENTATIONS-METODER	16
7	PROVNINGSMETODER	17
7.1	Oförstörande provning	17
8	REFERENSER	19

Bilaga 1 Kontrollplan

1 BAKGRUND - MÅLSÄTTNING

Naturgas distribueras i Sverige i både stålörnsnät och plaströrnsnät.

Inom högtrycksnätet (80 bar) används för närvarande uteslutande stålör.

Det finns även ett antal rörledningssystem dimensionerade för 30, 24 respektive 16 bar. I det svenska högtrycksnätet för naturgas finns rörledningar för drifttryck högst 16 bar i Malmö, Lund, Helsingborg, Halmstad och Göteborg samt på sträckan Bjuv - Billeholm.

Rörledningssystem för högre arbetstryck än 16 bar finns för tillförsel till gasturbinkraftverken i Lund (24 bar) och Ängelholm (30 bar) och till Kemira Kemi AB i Helsingborg (30 bar).

Distributionsrörledningarna med max 4 bars arbetstryck utföres nästan uteslutande av rörledningar i plast (Polyeten PE-63-80).

Rörledningar av stål för distribution av gas vid 4 bars arbetstryck används endast i mindre omfattning och då endast vid dimensioner större än 160 mm.

I distributionssystemet av polyeten PE 63 - PE 80 är förbrukarna anslutna antingen till 4 bars nätet eller efter en reglerstation till ett 100 mbars rörnät.

Under vintern 2001 har en PE-100 norm utarbetats för att kunna få PE-100 rör godkända för distribution av naturgas med ett drifttryck upp till 10 bar. Meningen är att denna separata norm skall utgöra ett tillägg till NGSA. Introduktionen av det nya plastmaterialet PE-100 och användning av detta material för distribution av naturgas med ett arbetstryck av 10 bar kommer att förändra såväl teknik som ekonomi för distribution av naturgas över längre avstånd.

Under maj månad 2001 har det första projektet med förläggning av en PE-100 rörledning för 10 bars arbetstryck genomförts i Linköping. Rörledningens längd är 600 m och dimensionen är 125 mm. Projektet är utfört efter de kvalitetskrav som är specificerade i den PE-100 norm för 10 bars arbetstryck som utarbetats under 2001. Försöksprojektet har redovisats för SÄI som därefter har tagit hänsyn till erfarenheterna vid behandlingen av den nya normen.

Denna rapport försöker att ge en bild av skillnader i byggförfarande och ekonomi vid bygge av rörledningar för 10 bar i plast PE-100 eller stål.

Jämförelser har gjorts mellan följande olika material och tryckklasser:

- A. PE 63 – PE 80 SDR 11 4 bar
- B. PE 100 SDR 17 4 bar
- C. PE 100 SDR 11 10 bar
- D. Stål 10-16 bar

Målsättningen har varit att presentera skillnader i de fyra nämnda materialvalen med hänsyn tagna till förändringar i systemutformning, val av trycknivåer, läggningssätt, kontrollmetoder och inte minst totalekonomi.

2 TEKNISK OCH EKONOMISK JÄMFÖRELSE AV SYSTEMUPPBYGGNAD MELLAN FALL A OCH B. PE-63-80 SDR 11 RESP. PE-100 SDR 17 OCH MAXTRYCK 4 BAR Ö.

2.1 Teknisk jämförelse

Genom att jämföra skillnaderna mellan de två materialen kan följande konstateras:

- PE-63-80 blir känsligt för sprickpropagering vid ca 5 bar
- PE-100 blir känsligt för sprickpropagering vid ca 22 bar.

Vid samma ytterdiameter kan godstjockleken reduceras med 44% vid val av PE-100 material istället för PE-80. Detta resulterar i en tvärsnittsytta och flödeskapacitet som är ca 10% större för PE-100 röret jämfört med PE-80 röret vid samma diameterintervall. Genom att välja PE-100 material i SDR 17 istället för PE-63-80 material i SDR 11 kan man alltså öka kapaciteten på gasöverföringen i volym med 10% vilket i vissa fall kan innebära att man kan välja en mindre rördimension.

2.2 Svetsning

Sammansvetsningen av PE-80 resp. PE-100 material utförs i princip med samma svetsmetoder och samma krav på svetsutrustning gäller för de två föreskrivna svetsmetoderna stumsvetsning och elektrosvetsning. De båda materialen är dessutom fullt kompatibla vilket innebär att PE-80 kan svetsas mot PE-100 och PE-100 mot PE-80 efter upprättade svetsprocedurer

som i övrigt utförs efter standardiserade metoder.

2.3 Ekonomisk jämförelse

Prisskillnaden mellan PE-100 resp. PE-80 material har undersökts och det framkommer att råvaran PE-100 är ca 5-8% dyrare än PE-80. Genom att godstjockleken i PE-100 rör reduceras med 44% erhålls ett lättare rör i vikt/m vilket medför att materialåtgången minskas med 44% och i slutet medför att ett PE-100 rör SDR 17 i samma diameter som PE-63-80 SDR 11 är mellan 20-35% billigare att tillverka med avseende på råvaruåtgången. Någon större prisskillnad till slutanvändare föreligger dock inte.

Vid införande av svetsdokumentationsmetoderna som har föreskrivits för PE-100, 10 bar SDR 11, på PE-100 SDR 17, 4 bar kan kostnaderna för egenkontrollen och svetsdokumentationen troligen reduceras med mellan 15 och 20%.

3 TEKNISK OCH EKONOMISK JÄMFÖRELSE AV SYSTEMUPPBYGGNAD MED STÅL RESP. PLASTRÖR FÖR ARBETSTRYCK 10 BAR.

Att få fram en exakt jämförelse mellan nedläggning av ett stålrör och plaströr med samma trycknivå har varit mycket svårt eftersom de 16 bars ställedningar som finns i drift oftast byggdes för mer än 10 år sedan.

Den mest rättvisande bilden erhöles från Jan Lindeberg, Helsingborg Energi AB, numera Öresundskraft AB, till vilken vi riktar ett stort tack för all hjälp med denna redovisning.

Som jämförelse har etappen Långeberga – Mörap med en längd av 5.300 m och dimensionen Ø 219,1x5,0 mm valts ut för såväl teknisk som ekonomisk jämförelse.

3.1 Teknisk jämförelse mellan fall C och D.

Stålprojektet Långeberga – Mörap är förlagd i Zon A med skyddsavstånd > 16 m.

PE-100 rör SDR 11 kan förläggas i Zon A, B och C, alltså i samma skyddszoner som gäller för stålrör med driftryck högre än 4 bar.

Om man rent praktiskt bortser ifrån trycknivåskillnaderna och endast jämför skillnaderna i arbets- och kontrollmomenten med byggnation och färdigställande erhålls ett utfall enligt tabell 1

Rörmaterial

C. PE-100	dim. Ø 250x14,8 mm
D. Stål	dim. Ø 191x5,0 mm

Av tabell 1 framgår att av 19 kontroll- och arbetsmoment för ställedningen krävs bara 11 moment vid kontroll och arbeten med plaströrledningen. Genom att använda datastyrd automatisk svetsning (Computer Numeric Control, CNC) med inbyggt GPS-system kan överföring av kontrolldata för varje enskild svets skarv ske via Internet. Efter utförd svetsning och godkännande kan rörledningen läggas ned i schakten och återställning av rörgatan kan påbörjas. All oförstörande provning och isolering av svets skarven samt inkoppling av katodiskt skydd utgår. Tekniskt sett kan alltså ett plaströrledningsprojekt utföras med minimala deltidförskjutningar för de olika kontroll- och arbetsmomenten från igångsättning till färdig nedlagd rörledning.

Tabell 1 Jämförelse mellan läggning av PE100 SDR 11 (250 * 14,8 mm) och stålledning (191*5,0 mm)

Moment	Utförande	Fall C PE-100	Fall D Stål
1	Lagringsplats	Samma storlek	samma storlek
2	Utläggning längs rörgata	Lättare lyft	Samma utförande
3	Schaktning	Samma	samma
4	Färdigställande av schaktbotten	Samma	samma
5	Svetsning av procedurprov	Samma	samma
6	Svetsning inkl okulär kontroll	Automatisk datastyrd inkl inmätning	manuellt utförande
7	Röntgenprovning	Utgår	100% av all svets
8	Ultraljud	Utgår	10-50% av all svets
9	Okulärkontroll av svets	Utgår	100%
10	Isolering av svetsskarvar	Utgår	100%
11	Isolationskontroll av PE-beläggning på stålrör	Utgår	100%
12	Katodiskt skydd	Utgår	100%
13	Återfyllning kring rör	Samma utförande	samma utförande
14	Utmärkning av gasledning	Samma	samma
15	Resterande återfyllning	Samma	samma
16	Renhetskontroll	Samma	samma
17	Differenstryckprovning	12-20 tim luft	40 timmar vatten
18	Torkning	Utgår	utförs efter tömning av tryckmediet vatten
19	Inmätning	Kan utgå om inmätning utförs vid svetsning	utförs separat

3.2 Ekonomisk jämförelse mellan fall C och D.

Totalkostnaden för stålörorsprojektet Långeberga-Mörarp uppgick till 7.258.000 SEK vilket motsvarar ca 1.370 SEK/m. Rörlängd 16 m.

- Kostnadsfördelning mellan de olika momenten redovisas i tabell 2 för de nedanstående fallen:
- C. PE-100 dim Ø 250x14,8 mm. Längd 5.300 m.
 - D. Stål dim Ø 219,1x5,0 mm. Längd 5.300 m.

Tabell 2 Kostnader för förläggning av PE100 resp. ställedningar

Utförande	PE-100	Stål
Rörmaterial	225.-SEK/m.	230.-SEK/m
Inmätning	10.-/skarv	656.-/skarv
Svetsning (CNC)	750.-/skarv	1.510.-/skarv
Röntgen	Utgår	610.-/skarv
Ultraljud	Utgår	60.-/skarv
Skarvisolering	Utgår	1.204.-/skarv
Katodiskt skydd	Utgår	450.-/skarv
Underhåll katodiskt skydd, årlig	Utgår	150.-/skarv
Kostnad för färdig svetsskarv exkl rörmaterial	760.-/skarv	4.422.-/skarv
Rörmaterial 5.300m x 225 kr/m	1.192.500.-	
Rörmaterial 5.300m x 230 kr/m		1.219.000.-
Byggkostnad 5.300 m	2.177.400.-	3.266.100.-
Markersättning	580.640.-	580.640.-
Antal svetsskarvar 332x760	252.320.-	
Antal svetsskarvar 332x4.422		1.468.104.-

Kostnaderna är fördelade enligt följande:

Tabell 3 Totalkostnaden för stålrörprojekt fall D med en totallängd av 5.300 m och en rörlängd på 16 m

Byggekostnad	45%	3.266.100.-
Material rör	16%	1.161.280.-
Rörmontage	9%	653.220.-
Katodiskt skydd	2%	145.160.-
Röntgen och ofp	2%	145.160.-
Tejpning rörskarvar	4%	290.320.-
Rörtransporter	2%	145.160.-
Inmätning	3%	217.740.-
Interna arbeten	8%	580.640.-
Asfaltavgift	1%	72.580.-
Markersättningar	8%	580.640.-
Totalkostnad	100%	7.258.000.-

Tabell 4 Totalkostnad för plaströrprojekt fall C med en totallängd av 5300 m och en rörlängd på 16 m

Byggekostnad 30% ¹	2.177.400.-
Rörmaterial PE 100 SDR 11	1.192.500.-
Rörmontage (svetsning inkl inmätning)	250.320.-
Rörtransporter	145.160.-
Interna arbeten (byggprojektering, byggledning etc.)	580.640.-
Tryckprovning	60.000.-
Markersättningar (reduceras p g a snabbare och enklare byggnation, färre markskador)	200.000.-
Asfaltavgift	72.580.-
Totalkostnad	4.608.020.-

Ovanstående jämförelse visar att genom att välja PE-100 material i stället för stålrör kan anläggningskostnaderna reduceras med mellan 35-40%.

3.3 Livscykelkostnader under 50 år för drift och underhåll av stålrör-ledningar resp. plaströrledningar under 50 år.

Kostnadsjämförelse vad avser drift- och underhållskostnader som krävs i EGN 01 resp NGSA har utförts med avseende på läckagesökning resp. funktionskontroll och underhåll av det katodiska skyddet på stålledningar.

¹ På grund av kortare och snabbare montagetid reduceras kostnaden med 15%.

Kostnader PE-rör

Läckagekontroll inkl funktionskontroll av ventiler utförs vart 6:e år till en kostnad av 1,50 SEK/m. Totalkostnad på 50 år är 12,50 SEK/m.

Kostnader stålrör

- Kontroll och underhåll av katodisk skydd uppgår till 6,50 SEK/m och år.
- Läckagekontroll uppgår till 1,0 SEK/m och år.
- Totalkostnaden på 50 år är 375 SEK/m.

Drift- och underhållskostnaden är alltså 96% dyrare på ställedningar generellt i jämförelse med PE-rörledningar.

4 VAL AV TRYCKNIVÅER – DISTRIBUTIONSKAPACITET

Valet av trycknivå vad avser min- och maxtryck och dimensionen på ledningen är avgörande för maximalt gasflöde i gasledningen. Maximala distributionskapaciteten beräknas med utgångspunkt från ledningens dimension och maximalt drifttryck. Erfarenhetsmässigt behöver de flesta större gaskunderna sällan ett anslutningstryck som är större än 8 bar.

För att beräkna och jämföra kapaciteten vid transport i gasrörledningar mellan stål 16 bar och PE-100 10 bar har en jämförande beräkning utförts med ett datorbaserat beräkningsprogram.

Beräkningen är förenklad och behandlar en isotermisk gasström i rörledningarna.

Beräkningen har utförts för en rörledning utförd i PE-100 med en diameter Ø 400 mm SDR 11, 10 bar resp. 16 bar men med bibehållen innerdiameter, för att jämföra kapaciteten i trycknivåer.

Ledningslängden är i båda fallen 10.000 m.

Fall A.

10 bars arbetstryck ger flödes hastighet 23,88 m/s och 971.447 nm³/dag

Fall B.

16 bars arbetstryck ger flödes hastighet 23,17 m/s och 1.199.509 nm³/dag

Beräkningen visar att en reducering av trycket med 6 bar (16 till 10 bar) minskar överföringskapaciteten med 19%. En 10 bars ledning måste därför ha en innerdiameter som är ca 10% större än motsvarande ledning för 16 bars distributionstryck.

4.1 Systemuppbyggnad – Systemval – Trycknivåer

Det svenska naturgasnätet består av stålrör och plaströrsnät med utgångspunkt i valda trycknivåer som finns angivna i föreskrifter och normer. Stålrör har fram till nuläget använts i trycknivåer från 80 bar till 4 bar.

Plaströr har använts från max 4 bar till 0,01 bar. En klar gräns går i M/R-stationerna som sänker trycket från 80 bar till 4,0 bar där plaströren tar över överföring och distribution av gas med systemtryck 4 bar till 100 mbar. För att reducera trycket i distributionssystemet har reduceringsstationer byggts in i systemet för att sänka trycket från 4 bar till 100 mbar.

Om överföring av gas med ett tryck av 10 bar i plaströrledningar skall överföras direkt från M/R-stationerna måste en tryckreducering utföras på vägen innan 10 bars ledningen kommer fram till tätbebyggda område som omfattas av zonindelningarna enligt Räddningsverkets (SÄI:s) föreskrifter. Zonindelningen enligt föreskrifterna gör ingen skillnad på plast med systemtryck 10 bar och stål 16-80 bar. Rapporter som har framlagts av myndigheterna utvisar att PE-100, 10 bar endast kan ersätta stålalternativet i nuvarande zonindelning. Detta medför att det blir svårt att ansluta industrikunder direkt till husväggen med 10 bars tryck i PE-100 röret. Tryckreducering från 10 bar Ö till 4,0-0,1 bar Ö måste utföras med en reduceringsstation. Kostnaderna för en sådan tryckreducering är naturligtvis beroende på storlek och kapacitet men en undersökning av prisnivån visar att kostnaden är ca 200.000-500.000 SEK/st. Denna kostnad bör beaktas när

utbyte av stål mot plast i trycknivåer
mellan 4-10 bar väljs.

5 LÄGGNINGSMETODER

Jämförelse mellan stål och plast, teknik – ekonomi.

Med avseende bara på nedläggningen av de olika rörmaterialen skiljer ingenting vad gäller schaktbredd och schaktbotten samt kringfyllnad runt rören. Resterande återfyllning och återställning utförs också på samma sätt.

PE-100 kommer att godkännas för samma zonindelning enligt SÄI:s naturgasföreskrifter som stålrör med driftryck 16 bar och högre.

Den stora skillnaden uppträder vid sammansvetsningen av rörledningen. Genom att använda CNC (Computer Numeric Control) styrda svetsmaskiner med inlagd GPS för lägesbestämning och positionsbestämning kan samtliga svetsparametrar inprogrammeras i förväg och i samband med utförandet av procedurprov, kan den färdiga svetskarven kontrolleras och provas med förstörande provningsmetoder. Genom den automatiska och datoriserade svetsprocessen kan smältvägen registreras vid



Bild 1 Datoriserad stumsvetsutrustning stumsvetsningen. Bild nr 1 visar en sådan utrustning.

Varje svetsskarv registreras och kan lätt överföras via Internet till respektive kontrollansvarige. Överföringen kan utföras mobilt direkt efter svetsning d v s en kontrollansvarig kan följa hela svetsprocessen på distans. När svetsaren får klartecken från svetsutrustningen är röret klart att lägga ned i schakten och återfyllningen kan börja.

Varje skarv blir dokumenterad enligt tabell 7.

En ny registrering vid elektromuffsvetsning krävs enligt den kommande PE-100-normen för 10 bars gastryck. Normen kräver att den totala energin som tillförs elektromuffen under svetstiden skall registreras på samma sätt som vid stumsvetsningen.

Thåvare E *Till 5 Rån* *Tabell*

W I D O S 4600 CNC (3006741

utskriftsdatum: 27.04.2001

projekt: LINKÖPING-GAS-----
 sv.skarv nr: 0000
 aut.nr: 0048
 datum: 25.04.2001
 tid: 16:47
 cert.nr: 0407

material: FR100
 diameter: 125 mm
 godstjocklek: 11.4 mm (SDR 11.0)
 koordinater: 00000.000/00000.000

vädertyp: 01
 väderskydd: 01
 yttertemp: 24 C

rek. temp: 230 C
 akt. temp: 230 C

SWP vulstoppbyggn: 0.13 N/mm2
 rek. vulstoppbyggn: 1.5 mm
 akt. vulstoppbyggn: 1.5 mm

SWP uppvärma: 0.01 N/mm2
 rek. uppvärma.: 114 s
 akt. uppvärma: 114 s

max omst.tid: 8 s
 akt. omst.tid: 2 s

rek. tryckupbyggn: 0 s
 akt. tryckupbyggn: <1 s

SWP kyltid: 0.13 N/mm2
 släptryck: 3.3 bar
 rek. svetsstryck: 10.3 bar
 akt. svetsstryck: 13.6 bar
 rek. kyltid: 15:00 min
 akt. kyltid: 14:59 min

smältvåg: 6.2 mm

fel: -

Anmärkning: _____

Svetsare:

B. Lindberg *Boje Lindberg*

Den totala energin skall anges i *kilojoule (kJ)*. Se tabell 6 nedan.

Report of welding apparatus HST 300 Print+										28.05.01		
device	01220046											
order-nr.	CERT.NR:0407.3 LINK.PE100 PN10							****	****	***		
date	08.05.01									Version 4.03LN		
ser- ial	clock	mode	temp. (deg)	type	d (mm)	maker	resis.	U (V)	work (kJ)	act. (sec)	ideal (sec)	
0001	09:38	B	+24	MON	125	FRIA	00.45	30.0	0240.9	0207	0207	
0002	10:54	B	+24	BIF	125	FRIA	01.45	37.0	0110.8	0207	0207	

Tabell 6 Dokumentation av svetsning med elektromuff

5.1 Ekonomi

Genom att automatisera svetsningen och använda speciella terränggående svetsvagnar eller svetsutrustningsmoduler kan nästan all svetsning utföras ovan mark före schakt.

Hela svetsnings- och lägningsutförandet kan ske i en följd så fort svetsskarvarna är klara.

Tidsbesparingspotentialen i dessa moment inkl kontrollen bedöms utgöra över 40%.

5.2 Kvalitetsstyrning

Kvalitetsstyrningen av ett PE-100, 10 bars system skiljer sig endast från etablerat system enligt EGN 01 genom att allt svetsarbete skall kontrolleras av 3:e part. Detta kan uppnås genom datorprogrammerad automatisk svetsning där 3:e parts kontrollfunktionen hela tiden kan kontrollera varje enskild svetsskarv genom dataöverföring via Internet. Övrig kvalitetsstyrning följer upprättad kontrollplan enligt bilaga 1.

6 KONTROLL- OCH DOKUMENTATIONS- METODER

Genom samordnande av samtliga kontrollfunktioner i ett projekt och användande av kontrollplanen som redovisas i bilaga 1 och som ingår i den nya PE-100 normen för 10 bar kan samtliga dokumentation vara färdigställd när sista provningen eller delkontrollen för projektet är utförd.

Detta medför att en total datorisering av all kontrolldokumentation nu är möjlig och kan utnyttjas i kommande projekt. Alla kontrolldokument bör anpassas till datakommunikation och E-post som kan skickas via Internet med s k "truth-code" från behörig kontrollperson, för både egenkontroll och 3:e partskontroll. Krav på dokumentationsrutiner måste anges av varje enskild gasdistributör och det är ej föreskrivet i någon norm eller föreskrift om hur detta praktiskt skall se ut eller utföras. Den nya PE-100 normen anger endast vad som skall dokumenteras och vad som skall utgöra slutdokumentation för färdigställd rörledning av PE-100, 10 bar för att utfärda drifttillstånd. Totalt beskrivs detta i 13 olika dokument.

7 PROVNINGSMETODER

Provningsmetoderna för rörsystemets hållfasthet, livslängd och motståndsförmåga mot invändiga tryck, sprickbenägenhet etc. är alla angivna i *PrEN 1555-1-7*.

Provningsmetoderna för svets skarvarnas hållfasthet är specificerade i EGN 01 och PE100 normen för 10 bar och utförs enligt *EN 12814-2* och *EN 13100-1*.



Bild 2 Prov av stumsvets skarv

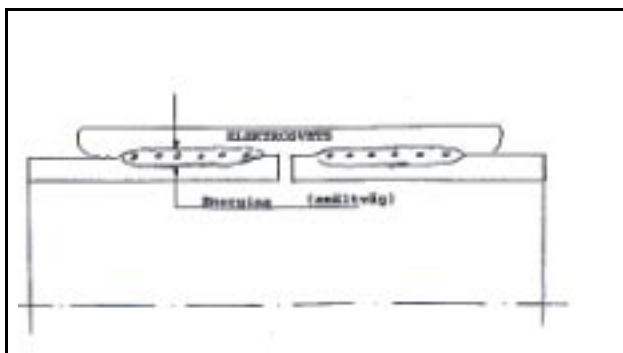


Bild 3 Prov av elektrosvets skarv (schematiskt)

7.1 Oförstörande provning

Polyeten (PE 32 – PE 100) är mycket svårt att utföra provning på utan att använda förstörande provning. Vid användning av plastmaterial vid höga

tryck kan det vara önskvärt att kunna genomföra oförstörande provning av enskilda skarvar för att i detalj studera skarvarnas utseende.

Erkända och etablerade ofp-metoder som röntgen, ultraljud etc. är ej användbara beroende på att plast är ett mycket ljuddämpande och för röntgenstrålar mycket genomsläppligt material.

Anpassade ofp-utrustningar för provning av såväl stumsvets som elektrosvets finns utvecklade och framtagna av i huvudsak två företag, båda i USA. Företagen är McElroy och TD Williamsson. Problemet med dessa ofp-utrustningar är att båda bygger på ultraljudprincipen samt att utvärderingen av provningsresultaten kräver både utbildning och erfarenhet från referensobjekt.

En billig och okomplicerad ofp-metod saknas fortfarande för PE-rörsystem som är sammansvetsade antingen med stumsvets eller elektrosvets.

Beroende på att en svets skarv som regel är billigare att kapa bort om fel upptäcks, än det är att prova skarven med en oförstörande provningsmetod, har utvecklingen av en säker och kostnadseffektiv metod ej haft hög prioritet.

Genom tillkomsten av PE-100 materialet börjar högre och högre driftryck för rörledningarna att bli accepterade samtidigt som diametern ökar. Detta medför att det börjar bli kostsamt att kapa bort svets skarvar på rördiametrar större än 250 mm.

Rörsystem för gas 10 bar kan i framtiden komma att ha en diameter upp till 600 mm vilket ytterligare poängterar vikten av utvecklingen av en oförstörande provningsmetod för plaströr. Ur kontrollsynpunkt är det därför nu viktigt att vara säker på att de svetsparametrar som utprovas genom förstörande provning av

procedurprovet används och stämmer överens hela tiden. De viktigaste svetsparametrarna är:

- temperatur på smälta
- tryck i själva svetsen
- tid i svetsprocess

Genom datoriserad numerisk styrd svetsning där varje svetsskarv registreras och dokumenteras med avseende på smältväg för stumsvetsen (se bild nr 2) och rätt totalenergi smältväg i elektromuffen (se bild nr 3) så har man kommit ett stort steg närmare en tillförlitlig kvalitetsstyrning.

Problemet är dock att allt som är programstyrt och datoriserat kan bli fel trots att säkerhetsspärrar i svetsprocesserna är inlagda. Man önskar att man trots allt kan utföra en ofp-kontroll för att i efterhand kunna kontrollera att smältvägarna ligger inom godkända toleranser.

Utveckling av en praktisk tillämpbar ofp-metod som bygger på datoriserad interferensteknik bör prioriteras.

Denna metod baseras på att i stället för strålar och ljud använda digitaliserade vibrationer som kan ge en bild av smältvägarna som via ett minneskort kan återskapa en bild i en dator.

Därigenom kan man få en bild i exakt det gradtal runt om svetskarven som man önskar.

8 REFERENSER

1. Kommande PE-100 Norm 10 bar
2. EGN 01
3. Pr EN 1555-1-5 (7)
4. Råvaror: Borealis, Sverige
5. Råvaror: Solvay Poleolefins, Lars Tandensfelt, Sverige, Belgien
6. Rör: Wavin, Danmark
7. Rör: UPONOR, Danmark
8. Rördelar: Wavin +GF+, Danmark, Schweiz
9. Rördelar: Friatec, Tyskland
10. Rördelar: Durafuse, England
11. Stumsvetsmaskin: Widos, Tyskland
12. Elektrosvetsmaskin: Hürner, Tyskland
13. Elektrosvetsmaskin: Friamat, Tyskland
14. Elektrosvetsmaskin: J Sauron, Frankrike
15. Dataprogram: Widos, Tyskland
16. Dataprogram: Hürner, Tyskland
17. Dataprogram; beräkning av flöden: Yngvar Christiansen, Norge
18. Kalkyler: Jan Lindeberg, Öresundskraft, Sverige
19. Datoriserade svetsprocesser: Protum Gas, AB, Sverige
20. Utförande Svetsning: Uppsala Kommun Entreprenad, Kenneth Lindberg, Sverige
21. Prisbilder, stålrör: Pipetrade AB, Sverige



SE-205 09 MALMÖ ● TEL 040-24 43 10 ● FAX 040-24 43 14
Hemsida www.sgc.se ● epost info@sgc.se

